

节能减排

# 有机催化法烟气脱硫技术在泰钢烧结机上的应用

邵书东, 吴茂林, 赵树民

(山东泰山钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271100)

**摘要:** 泰钢 265 m<sup>2</sup> 烧结机采用有机催化法烟气脱硫技术, 工艺过程包括烟气、吸收、氨水存储及供给、粉尘分离及催化剂回收、化肥结晶及干燥包装等系统。该技术工艺先进, 总投资少, 运行费用低, 吨矿脱硫成本为 5.4 元, 达到了以废治废的环保目的。

**关键词:** 烧结烟气; 脱硫技术; 有机催化法; 二氧化硫; 催化剂

**中图分类号:** X701.3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004-4620(2013)02-0047-02

## 1 前言

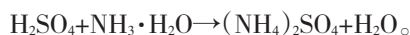
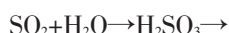
在钢铁生产过程中, 烧结工序 SO<sub>2</sub> 排放量约占钢铁生产总排放量的 60% 以上, 脱硫前的烧结烟气中 SO<sub>2</sub> 排放浓度一般为 400 ~ 1 500 mg/m<sup>3</sup>, 有的甚至达到 3 000 mg/m<sup>3</sup>, 控制烧结机生产过程 SO<sub>2</sub> 的排放是钢铁企业控制 SO<sub>2</sub> 污染的重点。经过多方面的调查研究, 泰钢在 265 m<sup>2</sup> 烧结机烟气治理中应用有机催化烟气脱硫技术。

## 2 有机催化法烟气脱硫技术

有机催化法烟气脱硫技术来源于以色列 Lex-tran 公司, 有机催化剂是该公司的专利产品, 其基体是一种含有亚硫酰基官能团的化合物, 具有对烟气中的 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等酸性气体的强捕捉能力。当烟气与含有催化剂的循环液在吸收塔内逆向流动接触时, SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 就会被催化剂捕捉并且被氧化成为硫酸或硝酸, 在加入中和剂(氨水)的情况下, 最终反应生成硫酸铵或硝酸铵。在脱硫、脱硝的同时, 有机催化剂对汞等重金属也具有极强的物理溶解吸附能力, 从而可去除烟气中的汞等重金属。

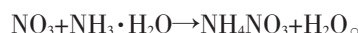
### 2.1 反应原理

1) 脱硫反应原理。烟气中的 SO<sub>2</sub> 和水反应转化为 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 催化剂与其结合形成一种稳定的复合物, 复合物在氧气的作用下直接生成 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 并且与氨水发生快速反应, 生成高品质的硫酸铵。反应方程式如下:



2) 脱硝反应原理。烟气中的 NO 难溶于水, 需

要先加入双氧水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)进行氧化, 然后在水溶液中被吸收转化为 HNO<sub>2</sub>, 有机催化剂与之结合成稳定复合物, 在氧气的作用下, 直接生成 HNO<sub>3</sub>, 并且与氨水发生快速反应, 生成硝酸铵。反应方程式如下:



3) 脱汞原理。有机催化剂对汞等重金属具有极强的物理吸附作用, 可持续地对烟气中含量很少的汞等重金属进行吸附、收集, 当催化剂吸收重金属饱和后, 可再进行在线分离。重金属(汞、铅、铬等)不会对有机催化剂的脱硫能力产生影响。

### 2.2 工艺流程

有机催化法烟气脱硫系统主要包括烟气系统、吸收系统、氨水存储及供给系统、粉尘分离及催化剂回收系统、化肥结晶及干燥包装系统、工艺水系统、控制系统和电气系统等, 工艺流程见图 1。

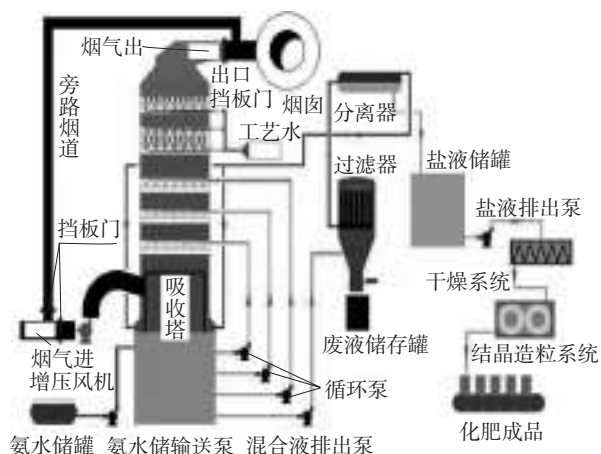


图 1 有机催化法脱硫工艺流程

从烧结电除尘出来的 120 ~ 180 °C 的烧结烟气经增压风机以大约 15 m/s 的速度, 经原烟道挡板门进入吸收塔; 烟气在吸收塔内以 3.5 m/s 的速度垂直向上, 通过有机催化剂吸收液喷淋区域; 在喷淋区域内, 有机催化剂吸收液和水通过喷嘴向下喷淋,

收稿日期: 2012-10-15

作者简介: 邵书东, 男, 1970 年生, 现为山东泰山钢铁集团有限公司董事、总监兼能源环保部部长, 从事安全、能源环保及设备管理工作。

并形成均匀的雾状粒珠,与向上的烟气充分接触反应后落入吸收塔下部含有碱性中和剂(氨水)的反应池中;脱除SO<sub>2</sub>后的净烟气经过吸收塔上部设置的两层除雾器,去除烟气内的水分后上升至塔顶出口烟道,再由出口烟道净烟道挡板门至烟囱,最后排入大气。有机催化剂乳液与烟气中的SO<sub>2</sub>反应后,落入吸收塔底部的氨水反应池中与氨发生中和反应,生成稳定的硫酸铵盐液。当吸收塔底部反应池内硫酸铵浓度达到35%~40%时,混合盐液排出泵自动开启。混合盐液经过混合盐液排出泵排出后,进入三相分离器。通过三相分离器中的粉尘分离系统,将在烟气中冲洗出来的粉尘在混合液中清除干净,清除剥离后的粉尘通过风尘分离装置进行收集,并运至烧结原料堆放场作烧结原料使用。

除去粉尘的催化剂和硫酸铵盐液的混合液,进入二级分离装置静置,利用比重法进行分离。其中轻相催化剂分离后,直接返回吸收塔继续捕捉SO<sub>2</sub>;重相不饱和硫酸铵盐液流入盐液储罐后再进入化肥结晶干燥系统。

硫酸铵盐液利用进料泵首先进入预热器到一效加热器,其流量由进料泵控制。由于真空的作用,料液从加热器经由管道进入一效分离器,重组份由弯道回到加热室,再次受热又进入蒸发室形成循环。料液进入蒸发室时成雾状,水分迅速蒸发。利用真空再送至二效结晶分离器循环蒸发。当物料达到所需浓度,经出料泵到旋液分离器,再到离心机,分离出的液体返回蒸发室继续蒸发。

硫酸铵结晶完成后进入离心机分离出硫酸铵晶体,分离出的溶液回到蒸发器继续蒸发浓缩;将硫酸铵晶体通过气流干燥达到含水要求后,得到成品硫酸铵,经包装机包装后,在成品库堆放、待发。

### 2.3 控制措施

有机催化法烟气脱硫装置的控制主要通过3部分来实现:1)根据烟气中SO<sub>2</sub>的浓度调节浆液泵开启数量来调节有机催化剂吸收液喷淋量;2)调节氨水的流量来控制反应池中浆液pH值在6.0~6.5;3)吸收塔底部反应池内硫酸铵浓度达到35%~40%,调节混合盐液排出泵的开启,及时排出盐液,来防止盐液结晶。

### 2.4 工艺特点

1)脱硫效果高。在脱硫系统建成后,有机催化烟气清洁系统能将出口烟气平均含硫量控制在较低的排放值(50 mg/m<sup>3</sup>)以下,使用高含硫矿时也能保证脱硫效果。

2)具有多效减排能力。在同一个脱硫系统中,可以同时具有脱硫、脱硝、脱重金属、二次除尘等多

种烟气减排效果。

3)无二次污染。有机催化法的工艺过程中不产生其他废气、废液或废渣。

4)系统运行稳定、可靠。对于烟气温度、SO<sub>2</sub>浓度和烟气流无特殊要求。

5)对烟气条件的波动性有极强的适应能力,具有40%~125%负荷的适应性。

6)维护简单,运行成本低,脱硫剂(有机催化剂)循环使用,并可生产高附加值的硫酸铵产品,副产品硫酸铵化肥品质达到国家标准要求,在脱硫的同时降低生产成本。

7)资源利用优势,利用焦化化产工序蒸氨后产生的6.5%氨水生产化肥,实现以环保方式解决环保问题。

8)脱硝时,在烟道的前端加上一个强氧化的装置,使得烟气中的NO强制氧化成易溶于水的高价的氮氧化物,脱硫脱硝同步进行,最后生成硫酸铵和硝酸铵的复合化肥。

## 3 应用效果

泰钢265 m<sup>2</sup>烧结机烟气脱硫项目于2012年6月投入试运行。调试运行初期,粉尘分离及催化剂回收系统的2台三相分离机均出现故障,化肥结晶系统的稠厚器罐体出现腐蚀现象。经分析,这些问题主要是运行不当造成,采取一定的措施后,如对易腐蚀部位加保护涂层等,问题都得到了解决。

脱硫前烟气中的SO<sub>2</sub>浓度在800~1 500 mg/m<sup>3</sup>,脱硫后SO<sub>2</sub>出口平均浓度<90 mg/m<sup>3</sup>,能够满足《山东省钢铁工业污染物排放标准》(DB 37/990—2008)第二时段SO<sub>2</sub>排放限值200 mg/m<sup>3</sup>的要求;脱硫效率稳定在90%以上,粉尘排放浓度<30 mg/m<sup>3</sup>。生产的硫酸铵产品经北京市农林科学院植物营养与资源研究所检验氨氮含量为20.5%,水分0.28%,游离酸0.03%,可作为农业肥料利用。

按烧结机设计产量272万t/a、年处理烟气流8.364×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>进行核算,年脱除SO<sub>2</sub>5 269 t,同时还生产出符合国家标准的硫酸铵10 868 t。根据项目的投资及运营基本情况,经初步测算,吨矿脱硫成本为5.4元,与泰钢180 m<sup>2</sup>烧结机SDA旋转喷雾干燥法脱硫技术相比,吨矿成本减少2.3元,同时在该工艺运行中没有二次污染物产生,减少了二次污染物的处理费用。

## 4 结语

泰钢265 m<sup>2</sup>烧结机采用有机催化法进行脱硫,工艺先进,总投资少,运行费用低,脱(下转第53页)

## Comprehensive Government of Dust Pollution Source in First Mixing Machine for Sintering Process

XU Hongyuan, ZHU Mingqi, LI Jing, LANG Dahui, ZHANG Xueyan

(The Section Steel Ironmaking Plant of Laiwu Iron and Steel Group Corporation, laiwu271104, China)

**Abstract:** Through using dedusting technology by drawing wind with micro-negative pressure and dedusting technology with water wall, optimizing adding water type of mixing machine, closed feeding end of mixing machine and so on, the problem of flying dust was solved in field, the problem of second flying dust was restricted, the pelletizing quality of second mixing was risen and solid fuel consumption was decreased in Laiwu Steel's 265 m<sup>2</sup> sintering machine. The dust thickness of No.1 265 m<sup>2</sup> sintering machine was decreased from 185.4 mg/m<sup>3</sup> (before government) to 7.9 mg/m<sup>3</sup> (after government) and the emission of reach the standard was achieved.

**Key words:** sintering; first mixing machine; dust; pollution; comprehensive government

(上接第 48 页) 硫率和脱硫剂利用效率高, 吨矿脱硫 污染物, 而且副产品可利用, 达到以废治废的环保  
成本为 5.4 元, 不产生其他废气、废液或废渣等二次 目的。

## Application of Organic Catalysis Flue Gas Desulfurization Technology in Taishan Steel's Sintering Machine

SHAO Shudong, WU Maolin, ZHAO Shumin

(Shandong Taishan Iron and Steel Group Co., Ltd., Laiwu 271100, China)

**Abstract:** Taishan Steel's 265 m<sup>2</sup> sintering machine used organic catalytic flue gas desulfurization technology. The process includes flue gas, absorption, ammonia store and the supply, dust separation, the catalyst recycling, fertilizer crystal and the dry packaging system, etc. The technology advanced, total investment less, run costs low, desulfurization cost for 5.4 Yuan/t, reaching the aim of protection environment treated waste with waste.

**Key words:** sintering flue gas; desulfurization technology; organic catalysis; sulfur dioxide; catalyst

(上接第 50 页)

## Application of Hot Charging Technology for Special Steel on Bloom by BOF

XIE Xingjun<sup>1,2</sup>, GUO Jinxiang<sup>2</sup>, ZHAI Deqiang<sup>2</sup>

(1 School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083;

2 Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

**Abstract:** Eligible rate of bloom in Laiwu Steel was increased to about 99.92% by strict control of moisture in the raw materials, application of catch carbon operation at the end point of BOF, constant speed during continuous casting etc. Stronger managements between steelmaking and roll and co-ordination among different units were realized by adjustment of the supply plan of steel. Defects in billets were reduced by billets carrier with insulation caps, application of burial pits, slow cooling caps and so on. Billets can be hot charged which can decrease heating energy of about 0.34 GJ/t and with a saved cost about 7.8 million RMB per year.

**Key words:** continuous casting bloom; hot charging; process coordination; heat loss

信息园地

### 济钢 X90 管线钢获得中石油试制合同

“X90 钢管小批量试制技术交底和商务谈判会”2013 年 3 月上旬在北京召开。山钢集团济钢圆满完成第三代管线钢单炉试制任务, 成功入围中石油小批量试制项目, 标志着济钢高等级管线钢开发实现了历史性突破, 产品结构调整跃上了新层次。

自 2012 年 10 月份以来, 国内有 16 家钢厂参与了中石油第三代管线钢 X90/X100 单炉试制。经过单炉钢板试制以及卷管生产检验等全面检测评价, 中石油管道建设项目部确定下一步小批量应用以 X90 为主。X90 管线钢是国家“第三代大输量天然气管道工程关键技术”重大科技产品, 也是济钢已有产品中级别最高、生产难度最大的钢种。该钢种对炼钢和轧钢环节的生产工艺要求十分苛刻, 综合性能要求高, 韧性和强度指标需要良好的工

艺匹配和严格的生产控制来保障。

作为参与研发试制的济钢用户应用技术中心、宽厚板厂等单位积极走访中石油管道项目部、中国石油管材研究院、宝鸡钢管研究院、中国石油物资公司等单位, 就有关技术细节达成共识。在借鉴国内科研院所先进技术基础上, 济钢建立严密的研发平台, 充分发挥设备能力, 从各个生产环节控制入手, 反复研究关键技术指标, 做好前期准备工作。通过实施多项工艺优化方案和保障措施, X90 管线钢试制各项指标最终完全满足客户要求, 产品综合性能处于同行业领先水平。这次成功入围中石油小批量试制项目, 预示着济钢开辟了一条进军高端市场、绑定战略客户、增加产线效益之路。

(摘自 2013-02-26《世界金属导报》)